Лукин А. В., Васянин К. С., Попов Ю. К. Малоценные и сорные рыбы Татреспублики, их значение в промысле и пути хозяйственного использования.— Изв. Казан. фил. АН СССР, 1950, **2**, с. 259—292.
Мейен В. А. К вопросу о росте озерной и речной уклейки.— Рус. зоол. журн., 1929, **9**, вып. 3, с. 122—131.
Мельничук Г. Л. Живлення і кормові взаємовідношення молоді риб у Кременчуцькому водоймищі.— В кн.: Біологія риб Кременчуцького водоймища. К.: Наук. думка, 1970, с. 189—256.
Милинский Г. И. Систематика и биология уклеи Сямозера.— Тр. Карело-фин. отд-ния ВНИОРХ, 1946, **2**, с. 221—253.
Опалатенко Л. К. Ихтиофауна бассейна верхнего Днестра : Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Кишинев, 1967.— 26 с.
Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб.— М. : Пищ. пром-сть, 1966.— 376 с.
Сухойван П. Г. Розмноження риб у Кременчуцькому водоймищі.— В кн. : Біологія риб Кременчуцького водоймища. К. : Наук. думка, 1970, с. 34—119.
Сыроватская Н. И. Материалы по плодовитости рыб р. Днепра.— Тр. ихтиол. опыт. ст., 1927, **3**, вып. 1, с. 5—40.
Bănărescu P. Pisces — Osteichthyes.— Bucuresti, 1964.— 959 p.— (Fauna Republicii Populare Romine; **13**).
Gąsowska M. Biometric and ecological studies on the Bleak, Alburnus alburnus (Linnaeus) (Pisces, Cyprinidae) from different bodies of water in Poland, in connection with the geographic variability of this species.— Ann. zool. PAN, 1974, **31**, N 4, p. 373—405.
Oliva O., Safranek V. To systematics of the European Bleak, Alburnus alburnus (Linnaeus).— Vestn. Čsl. spol. Zool., 1962, **26**, p. 324—328.
Petrov W. V. Die geographische Variabilität von Alburnus alburnus L.— Zool. Anz., 1930, **68**, H. 5/6, S. 141—150.

Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена
АН УССР

Поступила в редакцию
17.IV 1981 г.

УДК 599.323.4:591.538

С. И. Золотухина

ДИНАМИКА БИОХИМИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ ПОЛЕВКИ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УССР

В процессе приспособления популяций грызунов к сезонным изменениям внешней среды меняется морфофизиологическая организация внутрипопуляционных групп и популяции в целом, что происходит в результате повышения или снижения уровня обмена веществ животных, то есть адаптивное значение многих особенностей организма проявляется именно в поддержании его энергетического баланса (Калабухов, 1946, 1969; Шварц и др., 1968; Емельянов, Золотухина, 1975). Учитывая, что любая адаптация проявляется на всех уровнях организации живого, интересно было расширить анализ этого явления с использованием более тонких биохимических методов.

Задачей наших исследований явилось изучение динамики содержания витаминов А и Е в организме, которые являются биологически активными веществами, непосредственно влияющими на плодовитость животных и их жизнеспособность, а также специфики накопления и расходования энергетических резервов (таких, как гликоген и жир) общественными полевками (*Microtus socialis* Pall.) в природных популяциях степной зоны Украины (Херсонская обл., Аскания-Нова). Работа проводилась с 1969 по 1975 г. Для количественного определения витаминов в печени был применен колориметрический метод (на ФЭК-56). Содержание витамина А (исследовано 235 животных) определяли методом, основанным на цветной реакции Карр-Прайса в модификации С. С. Шварца, Л. Г. Кротовой и В. С. Смирнова (1957). Содержание витамина Е (187 животных) проводили по методике Грина (Green, 1959), в основе которой лежит способ, предложенный Эммери и Энгель. Гликоген в печени (1219 животных) определяли по методу Кемпа (Kemp, 1954), по которому концентрация гликогена определялась по стандартной кривой, выраженной в глюкозных эквивалентах. Гликоген дает такую же интенсивность окраски, как эквивалентное количество глюкозы. Полостной и подкожный жир полностью извлекался, взвешивался, вычислялся индекс упитанности полевок (отношение общего жира к весу тела). Содержание жира в организме определено у 859 животных.

Анализ данных литературы показывает, что между содержанием витаминов в организме млекопитающих и энергетическим обменом существует вполне определенная корреляция. Так, исследования, про-

веденные на ондатре (Шварц, Смирнов, Кротова, 1957), показали, что количество витамина А в организме молодых ондатр в течение всего лета оказывается на очень низком уровне. К осени этот показатель несколько увеличивается, а в течение зимнего времени происходит интенсивное накопление этого витамина. Весной же отмечается резкое уменьшение его содержания в печени.

Аналогичные данные были получены Н. Г. Соломоновым и Р. К. Захаровой (1967) у некоторых грызунов Центральной Якутии. По материалам этих авторов у всех изученных видов запасы витамина в печени оказались минимальными весной. Увеличение запасов витамина А происходило в сентябре — октябре, то есть после окончания размножения и линьки.

Таким образом, из этих материалов следует: 1) у молодых особей содержание витамина А в летний период понижено; 2) в осенне-зимний период отмечается повышение уровня содержания этого витамина; 3) весенний период характеризуется невысоким содержанием витамина А.

В настоящее время хорошо известно, что уровень метаболических процессов (удельное потребление кислорода) существенно выше у молодых животных, так как ростовые процессы и половое созревание требуют значительных энергетических затрат. В осенне-зимний период у млекопитающих отмечается приостановка ростовых процессов и полового созревания, что должно приводить к значительным снижениям энергетических затрат. Правда, снижение температуры окружающей среды вызывает возрастание теплопотерь в этот период, что приводит и к более высоким тратам энергии. Действительно, материалы Н. В. Башениной (1966), Н. Т. Шевченко (1968) показывают, что стандартный обмен у серых полевок зимой несколько выше, чем осенью. Однако у них отмечается снижение активности зимой. Поскольку активный обмен значительно выше стандартного, то снижение активности зимой может приводить и к существенному снижению суммарного энергообмена даже при увеличении стандартного обмена, то есть мы здесь встречаемся с ситуацией, подобной той, которая обнаружена у землероек-бурозубок. У этих зверьков зимняя потеря веса приводит к заметному снижению абсолютных энергетических потребностей, хотя уменьшение веса тела может вызвать и увеличение относительного расхода энергии (Межжерин, 1964; Gebczynski, 1965).

Следовательно, приостановка ростовых процессов, полового созревания и снижение активности в зимний период могут приводить к существенным снижениям энергетического обмена у общественной полевки. Наконец, весенний период характеризуется у мелких грызунов повторной волной роста, половым созреванием и началом размножения, а также повышением двигательной активности — все это приводит к существенным тратам энергии.

Таким образом, можно предполагать, что повышенные траты энергии у мелких млекопитающих существенным образом отражаются на динамике энергетических резервов, на содержании витаминов. Рассмотрим с этих позиций материалы, которые были получены в наших исследованиях.

Анализ содержания витамина А в печени общественной полевки (Золотухина, 1972) показал, что период наиболее высокого уровня содержания этого витамина совпадает с периодом пониженного энергообмена, то есть осенью и в начале зимнего периода. И это имеет место тогда, когда количество витаминных кормов заметно снижается. Напротив, весной и летом, когда в популяциях происходит размножение, отмечается существенное снижение содержания этого витамина в организме животных, хотя содержание его в зеленом корме велико.

Приведенные выше рассуждения, естественно, не отрицают того факта, что на содержание витамина А существенным образом может

5½ 2—1697

влиять корм. Так, исследования, проведенные на зверьках из естественных популяций и лабораторной колонии, показали, что существуют статистически достоверные различия в содержании витаминов у животных, обитающих на полях многолетних трав и зерновых культур, а также вскармливаемых различными кормами. Следует отметить, что эти факты не отрицают и предыдущих наших утверждений, поскольку сезонные тенденции здесь проявляются с теми же особенностями, то есть наблюдается увеличение содержания витамина А осенью и зимой и его снижение в весенний период.

Интересно также отметить, что сезонные содержания витамина А в печени общественной полевки неодинаково проявляются по сезонам в разные годы. Так же, как показатель упитанности у грызунов весьма зависит от условий существования зверьков и связан с уровнем обмена веществ и терморегуляцией животных (Калабухов, 1969; Золотухина, 1981), так и содержание витамина А связано с этими особенностями.

Исследование содержания токоферола (витамина Е) в печени полевок показало также наличие сезонных изменений этого показателя (Золотухина, 1972). Наивысшее содержание токоферола в печени характерно для лета, в период наиболее низкого уровня основного обмена. Причем витамина находится больше в организме молодых полевок, что, очевидно, связано с возрастанием потребностей в нем в период полового созревания. Большое значение при этом имеют условия питания. Минимальное содержание витамина Е зимой подтверждает положение об экзогенном происхождении резервов токоферола в организме животных и согласуется с данными, полученными другими авторами (Калабухов, 1967; Бондаренко, 1967).

Наши данные и данные, полученные другими исследователями (Калабухов и др., 1964, 1969; Weiser, Weihe, 1967), показали, что увеличение или уменьшение содержания витаминов в организме играет немаловажную роль в поддержании энергетического баланса. Однако в качестве основного энергетического материала используются гликоген и жир. Запасы гликогена создаются как в мышцах, так и в печени. В печени гликоген оказывается в наиболее доступной для мобилизации форме. Жир откладывается в основном под кожей, придавая ей эластичность и защищая организм от охлаждения. Он обладает высокой энергоемкостью, калорийность его вдвое выше по сравнению с гликогеном, но он вовлекается в обмен более сложным путем, чем гликоген. Поэтому запасы того и другого имеют несколько специфическое значение: жировые запасы долговременные и более компактные, заключающие больше энергии в малом весе, поэтому выгодные для животных, испытывающих длительный недостаток в кормах, а гликоген необходим для восполнения энергетических трат при кратковременных перерывах в питании.

Проведенные исследования по динамике энергетических резервов в организме общественных полевок показали, что в зимний период понижение температуры окружающей среды ведет к увеличению запасов гликогена в печени грызунов соответственно увеличению ее веса, а также к подкожному и внутриполостному жирообразованию. Индекс упитанности полевок в этот период самый высокий. Весной (апрель) содержание гликогена и жира в организме несколько снижается, оставаясь почти на одном уровне с зимним. Летом (июль) происходит значительное снижение энергорезервов у полевок, что связано с размножением (Емельянов, Золотухина, 1975; Золотухина, 1978, 1981).

Таким образом, на основе изучения количественного содержания витаминов А и Е, гликогена и жира в организме общественных полевок нами показано, что осенне-зимний сезон и период интенсивного размножения являются переломными моментами в жизни грызунов. В это время различия по указанным показателям между внутрипопуляционными группами становятся особенно резко выраженными и существенно отражаются на выживаемости. Биохимические приспособления (перестройка

углеводного, жирового обмена и т. д.) оказываются энергетически более выгодными по сравнению с морфофункциональными, что является одним из путей адаптации животных к поддержанию оптимального энергетического баланса, обеспечивающего существование популяций.

Башенина Н. В. О сезонных изменениях химической терморегуляции полевок.— Бюл. Моск. о-ва испытателей природы, отд-ние биологии. 1966, **71**, вып. 3, с. 27—40.
Бондаренко А. Д. Сезонные колебания содержания витамина Е (токоферола) в организме разных видов грызунов и растениях, служащих им пищей.— В кн.: Материалы к III Всесоюз. совещ. по экологической физиологии, биохимии и морфологии. Новосибирск, 1967, с. 86—87.
Емельянов И. Г., Золотухина С. И. Динамика морфо-физиологических признаков и содержания гликогена в печени у общественных полевок (Microtus socialis Pall).— Вестн. зоологии, 1975, № 4, с. 45—50.
Золотухина С. И. Динамика содержания витаминов А и Е в печени некоторых видов грызунов юга Украины.— Экология, 1972, № 5, с. 100—102.
Золотухина С. И. Динамика содержания гликогена в печени серых полевок.— Экология, 1978, № 2, с. 102—105.
Золотухина С. И. Сезонные и экосистемные различия в содержании липидов у общественной полевки.— Вестн. зоологии, 1981, № 4, с. 57—61.
Калабухов Н. И. Сохранение энергетического баланса организма как основа процесса адаптации.— Журн. общ. биологии, 1946, **7**, № 6, с. 417—433.
Калабухов Н. И. Колебания содержания витаминов Е (токоферола) в организме млекопитающих, как фактор регуляции физиологических функций.— В кн.: Общие вопросы физиологии адаптаций. Новосибирск, 1967, с. 23—26.
Калабухов Н. И. Периодические изменения в организме грызунов.— Л. : Наука, 1969.— 249 с.
Межжерин В. А. Явление Денеля и его возможное объяснение.— Acta theriologica, 1964, **8**, № 6, с. 95—114.
Соломонов Н. Г., Захарова Р. К. К вопросу о содержании витамина А в печени некоторых грызунов Центральной Якутии.— В кн.: Видовые и природно-климатические адаптации организма животных. : Реф. докл. Новосибирск, 1967, с. 119—121.
Шварц С. С., Смирнов В. С., Добринский Л. Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных.— Тр. Ин-та экологии растений и животных УФАН СССР, 1968, вып. 58.— 388 с.
Шварц С. С., Смирнов В. С., Кротова Л. Г. Некоторые закономерности накопления витамина А у ондатры в природных условиях.— Изв. АН СССР. Сер. биологии, 1957, № 3, с. 343—351.
Шевченко Н. Т. Сезонные изменения обмена веществ и некоторых гематологических показателей у серой полевки (Microtus arvalis Pall) в условиях Украины.— Вестн. зоологии, 1968, № 3, с. 33—36.
Gebczynski M. Seasonal and Age Changes in the Metabolism and Activity of Sorex araneus Linnaeus 1758.— Acta theriologica, 1965, **10**, N 22, p. 303—331.
Green I. The determination of Tocopherols in Oils, Foods and Feeding Staffs.— Analyst, 1959, **84**, N 1/6, p. 356.
Kemp A., Kits A. A colorimetric micro-method for the determination of glicogen in tissues.— J. biochemical, 1954, **56**, N 4.
Weiser E. H., Weihe W. H. Effect of cold on the vitamin E reguirement of rats.— Nature, 1967, **245**, N 5109, p. 1512—1513.

Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена
АН УССР

Поступила в редакцию
8.IV 1982 г.

ЗАМЕТКИ

Pontia grauconome Klug, 1829 (Lepidoptera, Pieridae): первая находка в пределах СССР. Три самца и одна самка, определимые как *P. glauconome iranica* (Bienert, 1870), были добыты А. Воротиловым в окрестностях пос. Карачаглы Красноводской обл. Туркменской ССР 28—29.VII 1981 (коллекция П. В. Казаряна, Баку). Два экземпляра из этой серии (самец и самка) любезно переданы П. В. Казаряном в Зоологический музей ЦНПМ АН УССР.— **Ю. П. Некрутенко** (Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена АН УССР, Киев).